

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-318884

(43)Date of publication of application : 24.11.1999

(51)Int.Cl.

A61B 6/03
 A61B 5/055
 A61B 8/00
 G06T 17/40
 G09G 5/00

(21)Application number : 10-175975

(71)Applicant : HITACHI MEDICAL CORP

(22)Date of filing : 23.06.1998

(72)Inventor : GOTO YOSHIHIRO
HAYASHI HIROMITSU

(30)Priority

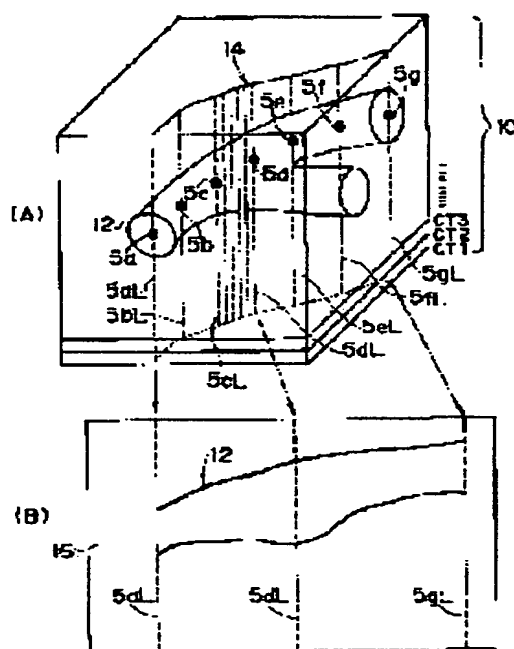
Priority number : 10 56977 Priority date : 09.03.1998 Priority country : JP

(54) IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily generate a cross sectional image obtained by vertically cutting an object to be observed such as a blood vessel and a bowel along a curve surface along the object.

SOLUTION: Plural viewpoints 5a-5g are set along the blood vessel 12 inside the blood vessel 12 which is included in an original image 10 where plural CT images (CT1, CT2, CT3...) are piled. The viewpoints 5a-5g are manually or automatically set in a well-known central projecting method. Continuously after that, the curve surface 14 (it is the aggregation body of straight lines 5aL-5gL passing through the viewpoints 5a-5g) passing through the viewpoints 5a-5g is set. Then, the original image 10 is cut by the curved line 14 so that the cross sectional image of the original image 10 including the cross sectional image of the blood vessel 12 is generated and the generated cross sectional image is displayed. The cross sectional image displayed in this way becomes the one obtained by vertically cutting along the blood vessel 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-318884

(43)公開日 平成11年(1999)11月24日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
A 6 1 B 6/03	3 6 0	A 6 1 B 6/03 3 6 0 G
5/055		8/00
8/00		G 0 9 G 5/00 5 1 0 D
G 0 6 T 17/40		A 6 1 B 5/05 3 8 0
G 0 9 G 5/00	5 1 0	G 0 6 F 15/62 3 5 0 K
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)		

(21)出願番号 特願平10-175975

(22)出願日 平成10年(1998)6月23日

(31)優先権主張番号 特願平10-56977

(32)優先日 平10(1998)3月9日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72)発明者 後藤 良洋

東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立メディコ内

(72)発明者 林 宏光

東京都荒川区東尾久2丁目44番10号

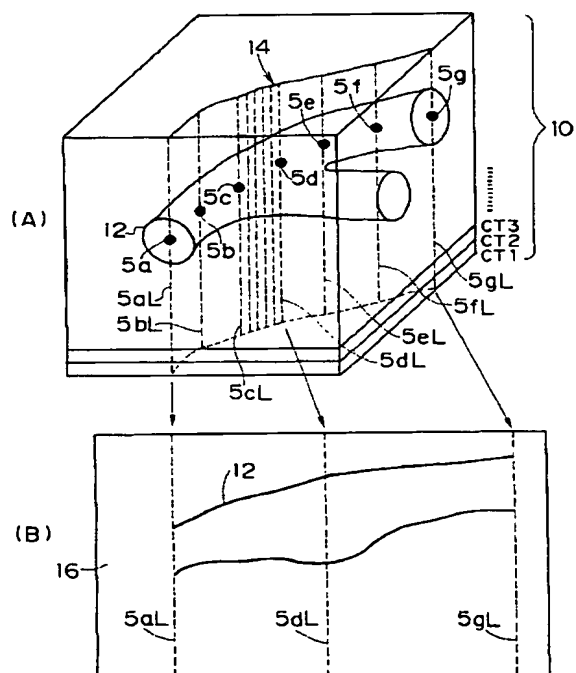
(74)代理人 弁理士 松浦 憲三

(54)【発明の名称】 画像表示装置

(57)【要約】

【課題】血管、腸等の観察対象をその観察対象に沿った曲面で縦切りにした断面像を簡単に作成できるようにする。

【解決手段】複数のCT画像 (CT1, CT2, CT3, ...) が積み上げられた原画像10に含まれる血管12の内部に、血管12に沿って複数の視点5a~5gを設定する。これらの視点5a~5gは、公知の中心投影法において手動又は自動で設定される。続いて、上記視点5a~5gを通る曲面14 (この曲面は、視点5a~5gを通る直線5aL~5gLの集合体) を設定する。そして、この曲線14によって原画像10を切断することによって血管12の断面像を含む原画像10の断面像を作成し、この作成した断面像を表示するようにしている。このようにして表示された断面像は、血管12に沿って縦切りにした断面像となる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の断面像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された断面像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の断面像を構成する第 1 の画像構成手段と、前記観察対象を含む前記原画像を所定の投影面上に陰影付けして投影し、疑似的に三次元画像を構成し、該三次元画像に前記視点設定手段によって設定された複数の視点を画像合成した三次元画像を構成する第 2 の画像構成手段と、前記第 1 の画像構成手段によって構成された断面像と前記第 2 の画像構成手段によって構成された三次元画像とを対応づけて表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 3】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面であって、互いに直交する第 1 の曲面と第 2 の曲面とをそれぞれ切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された第 1 の曲面及び第 2 の曲面によってそれぞれ前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の互いに直交する第 1 の断面像及び第 2 の断面像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された第 1 の断面像と第 2 の断面像とを対応づけて表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面であって、それぞれ切断方向の異なる複数の曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された複数の曲面によってそれぞれ前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の複数の断面像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された複数の断面像を順次切り換え、切断方向の異なる断面像を連続的に表示す

2

る表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 5】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、該切断後の前記観察対象の断面像を含む原画像を所定の投影面上に陰影付けして投影して得る三次元画像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された前記観察対象の断面像を含む三次元画像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 6】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点のうち視点を再設定するための領域を指定する領域指定手段と、前記領域指定手段によって指定された領域外の視点に基づいて指定領域内の視点を補間演算によって再設定する演算手段と、前記視点設定手段によって設定され及び前記演算手段によって再設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の断面像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された断面像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 7】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲線を仮想の線光源とする光源設定手段と、前記観察対象を含む前記原画像を、前記光源設定手段によって設定された曲線の線光源を中心とする円筒状の投影面に陰影付けして投影し、該陰影付けした円筒状の投影面を展開して得る三次元画像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された三次元画像を表示する表示手段と、

を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 8】 三次元の原画像に含まれる複数の枝に分かれた観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の断面像を構成する画像構成手段と、

3

前記画像構成手段によって構成された断面像を表示する表示手段と、
を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 9】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、
前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、
前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の曲面状の断面像を、前記曲面を平面に伸長したときの断面像として構成する画像構成手段と、
前記画像構成手段によって構成された断面像を表示する表示手段と、
前記表示手段によって表示された断面像上での 2 点を指定する指定手段と、
前記指定手段によって指定された 2 点間の距離を計測する計測手段と、
を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 10】 三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、
前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲線を仮想の線光源とする光源設定手段と、
前記観察対象を含む前記原画像を、前記光源設定手段によって設定された曲線の線光源を中心とする円筒状の投影面に陰影付けして投影し、該陰影付けした円筒状の投影面を展開して得る三次元画像を構成する画像構成手段と、
前記画像構成手段によって構成された三次元画像を表示する表示手段と、
前記表示手段によって表示された三次元画像上で前記観察対象内の領域を指定する指定手段と、
前記指定手段によって指定された領域の面積を計測する計測手段と、
を備えたことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像表示装置に係り、特に血管、腸、胃、骨等の観察対象の内面の画像を表示する画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】医用画像には、X線CT装置、MRI装置（3次元計測するMRIも含む）、超音波診断装置、3次元計測のできるコーンビームCT装置などの各種モダリティ毎にX線CT画像やMRI画像、超音波断層像等の種々の画像がある。3次元計測で得たデータから再構成した画像をボリューム画像と言う。それらの各種モダリティで得られた画像の疑似三次元画像を得る方法として、視点と投影面とを与え、視点と投影面との間に存在する原画像（複数の断層像）を、その投影面に視点から見たように投影する投影法が存在する。投影法には、

4

平行投影法と中心投影法とが知られている。

【0003】観察対象の内部を内視鏡で見たような画像（以下、内視鏡的画像という）を得るためには、視点を観察対象の内部に設定することができる中心投影法を用いる。この内視鏡的画像を得る中心投影法は、特開平 7-210704号公報、及び特開平 8-16813号公報に記載されている。そして、中心投影法における視点位置及び視点方向を適宜更新することにより内視鏡的な動きを模擬した投影像を得ることができる。尚、視点位置及び視点方向の更新は、マウス等の入力手段をマニュアル操作することによって行う場合と、視線方向が画面中の最も暗い位置に向かうように順次自動的に更新させる場合とがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記中心投影法による内視鏡的画像の場合には、例えば血管の内壁を示す画像が表示されている場合に、被検体内のどの血管が表示されているか、また、血管のどの位置からどの方向を観察しているかが把握しにくいという問題があった。

【0005】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、血管、腸等の観察対象をその観察対象に沿った曲面で縦切りにした断面像や、観察対象の内部が観察できるように切り開いた画像を表示することができる画像表示装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決する為の手段】前記目的を達成するために、本願請求項 1 に係る発明は、複数の断層像を積み上げた三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する切断面設定手段と、前記切断面設定手段によって設定された曲面によって前記原画像を切断し、前記観察対象の断面像を含む原画像の断面像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された断面像を表示する表示手段と、を備えたことを特徴としている。

【0007】前記視点設定手段によって設定される複数の視点は、中心投影法において使用された各視点を記憶し、その記憶した視点をそのまま使用することができる。切断面設定手段は、前記設定された複数の視点に基づいて複数の視点を通る曲面を切断面として設定し、画像構成手段は、前記設定された曲面で切断された原画像の断面像を構成する。従って、この断面像は、血管等の観察対象を観察対象に沿って縦切りにした断面像となる。

【0008】本願請求項 2 に係る発明は、更に観察対象を含む前記原画像を所定の投影面上に陰影付けして投影し、疑似的に三次元画像を構成し、該三次元画像に前記視点設定手段によって設定された複数の視点を画像合成

5

した三次元画像を構成するようにしている。そして、前記縦切りにした断面像と三次元画像とを 1 画面内に並べて又は画面を切り換えて表示するようにしている。

【0009】また、前記切断面としての曲面は、請求項 3 に示すように互いに直交する 2 つの曲面としてもよく、これにより互いに直交する 2 つの曲面で縦切りにした 2 つの断面像を表示することができる。更に、前記切断面としての曲面は、請求項 4 に示すようにそれぞれ切断方向の異なる複数の曲面としてもよい。例えば、切断方向が 0 度～360 度の範囲内で等角度ずつ変化する複数の曲面を設定し、これらの曲面によってそれぞれ切断された原画像の断面像を順次切り換えて表示することにより、血管等の観察対象の内部を 0 度～360 度にわたって動画として見渡すことができる。

【0010】更に、上記のようにして表示される断面像の代わりに、請求項 5 に示すようにその断面像を含む原画像を所定の投影面上に陰影付けして投影し、疑似的に三次元画像を構成し、この三次元画像を表示するようにしてもよい。本願請求項 6 に係る発明は、本願請求項 1 に係る発明に対し、更に前記視点設定手段によって設定された複数の視点のうち視点を再設定するための領域を指定する領域指定手段と、前記領域指定手段によって指定された領域外の視点に基づいて指定領域内の視点を補間演算によって再設定する演算手段とを有しており、断面設定手段は、視点設定手段によって設定され及び前記演算手段によって再設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定するようにしている。即ち、視点設定手段によって設定される視点は、例えば観察対象としての血管に血栓がある場合には、血栓を避けるように視点が設定されるため、血栓を含む領域では視点を通る曲面が血管の中心から大きくずれる。そこで、このような領域（即ち、前記領域指定手段によって指定された指定領域）では、その領域内の視点をその領域外の視点から補間によって求めるようにしている。

【0011】本願請求項 7 に係る発明は、複数の断層像を積み上げた三次元の原画像に含まれる観察対象の内部に、複数の視点を設定する視点設定手段と、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲線を仮想の線光源とする光源設定手段と、前記観察対象を含む前記原画像を、前記光源設定手段によって設定された曲線の線光源を中心とする円筒状の投影面に陰影付けして投影し、該陰影付けした円筒状の投影面を展開して疑似的に三次元画像を構成する画像構成手段と、前記画像構成手段によって構成された三次元画像を表示する表示手段と、を備えたことを特徴としている。

【0012】即ち、前記光源設定手段は、前記複数の視点を通る曲線を仮想の線光源として設定し、画像構成手段は、前記設定された線光源から原画像を該線光源を中心とする円筒状の投影面に陰影付けして投影し、この陰影付けした円筒状の投影面を展開して疑似的に三次元画

6

像を構成するようにしている。従って、この三次元画像は、血管等の観察対象を切り開いた画像となる。

【0013】本願請求項 8 に係る発明では、視点設定手段は、複数の枝分かれした観察対象の内部に、該観察対象の各枝分かれ部分に沿って複数の視点を設定し、切断面設定手段は、前記視点設定手段によって設定された複数の視点を通る曲面を切断面として設定する。画像構成手段は、前記設定された曲面で切断された原画像の断面像を構成する。従って、この断面像は、観察対象が枝分かれして表示された断面像となる。

【0014】本願請求項 9 に係る発明は、請求項 1 に示すように原画像を切断し、曲面状の断面像を平面に伸長したときの断面像として構成し、表示手段によって表示された前記断面像上で、指定手段によって観察対象の 2 点を指定すると、計測手段が前記指定手段によって指定された 2 点間の距離を計測する。本願請求項 10 に係る発明は、請求項 7 に示すように表示手段によって表示された三次元画像上に、指定手段によって観察対象の内部の領域を指定すると、計測手段が前記指定手段によって指定された領域の面積を計測する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下添付図面に従って本発明に係る画像表示装置の好ましい実施の形態について詳説する。図 1 は本発明に係る画像表示装置によって表示される表示例を示している。同図において、1 は CRT モニタ、2 はマウス、3 は中心投影法によって構成された血管内を示す疑似三次元画像（内視鏡的画像）、4 は本発明によって新規に表示された血管 1 2 の縦切りの断面像である。

【0016】次に、上記断面像 4 の構成方法について説明する。図 2 は上記断面像の構成方法の実施の形態を示す図である。図 2 (A) において、10 は X 線 CT 装置等によって得られる複数の CT 画像 (CT1, CT2, CT3, …) が積み上げられた三次元の原画像であり、12 は原画像 10 に含まれる観察対象としての血管を示している。また、5a～5g は中心投影法によって血管 12 内に順次設定された視点を示す。

【0017】上記視点 5a～5g は、例えば図 1 の内視鏡的画像 3 を見ながら画面中のカーソル（図示せず）をマウス等で操作しながら順次設定され、又は視線方向が視点から最も遠い位置に向かうように順次自動的に更新されることにより設定される。本発明はこの中心投影法において使用される視点を利用する。尚、中心投影法及び視点の更新方法の詳細については、特開平 7-210704 号公報、及び特開平 8-16813 号公報に記載されている。

【0018】本発明では、上記のようにして設定された視点 5a～5g を含む曲面（切断面）14 によって血管 12 を切断し、その切断した断面像を表示する。尚、この曲面 14 は、視点 5a～5g を通る複数の直線 5aL

7

～5 g Lを含んでおり、また、直線5 a L～5 g Lは、図2に示す実施の形態では、CT画像（CT 1, CT 2, CT 3, …）の積み上げ方向の座標軸yに平行な場合に関して示している。

【0019】さて、血管12の縦切りの断面像4（図1）を構成する場合には、次のようにする。視点5 aを通るy軸に平行な直線5 a Lを求め、直線5 a L上の各点でのCT値をCT画像（CT 1, CT 2, CT 3, …）から求める。尚、各CT画像間のCT値は、補間によって求める。このようにして求めた直線5 a L上のCT値をメモリ16（図2（B））に格納する。他の視点5 b～5 gを通る直線5 b L～5 g L上のCT値も同様にしてメモリ16に格納するが、直線（視点）の間隔が長い場合には、例えば直線5 c L～5 d Lの間で示すように所望の画質が得られる間隔の直線を補間により求め、これらの直線上のCT値をメモリ16に格納する。

【0020】図1に示した血管12の縦切りの断面像4は、上記メモリ16に格納したCT値を濃度情報としてCRTモニタ1に表示したものである。また、図1に示すように断面像4とともに視点5 a～5 eを表示してもよく、また、中心投影法において構成される内視鏡的画像3の視野を点線6で表示してもよい。更に、CRTモニタ1に表示した内視鏡的画像3の視点の位置を、断面像4上で矢印Aによって表示し、この矢印Aをマウス2によって他の視点に移動させることより、内視鏡的画像3を切り換え可能にしてもよい。

【0021】図3は断面像の構成方法の他の実施の形態を示す図である。図2に示した実施の形態は、視点5 a～5 gを通る直線5 a L～5 g Lは、三次元の原画像10の座標軸の1つ（y軸）と平行としたが、図3に示す実施の形態では、視点5 a～5 gを通る直線5 a L'～5 g L'は、座標軸の1つと一定の角度をなすように設定される。

【0022】即ち、直線5 a L'は、直線5 a Lと一定の角度をもっている。直線5 b L'～5 g L'についても同様に一定の角度をもっている。図3（B）は上記直線5 a L'～5 g L'上のCT値が格納されたメモリ16を示す。例えば、図3（A）の直線5 d L'上のCT値18は、図3（B）のメモリ16上の対応する位置に格納される。

【0023】次に、本発明に係る断面像を構成する方法について図4に示すフローチャートを参照しながら説明する。まず、血管等の観察対象の内部に視点を設定し、その視点が観察対象の内部を進むように手動又は自動で更新処理し、各視点 e_i （ $i=0, 1, 2, \dots, n$ ）の座標を保存する（ステップS10）。続いて、視点を通る直線の三次元の原画像10の座標軸となす角度 α 、 β を指定し、また、カウンタ値 i を0にする（ステップS12）。即ち、図5に示すように直線Lとx軸とのなす角度を α 、直線Lとx-z平面とのなす角度を β とす

8

る。

【0024】次に、視点 e_i として最初の視点 e_0 を指定する（ステップS14）。続いて、指定した指定 e_i （最初は e_0 ）を通り、x軸と α 、x-z平面と β の角度をなす直線 L_i を求める（ステップS16）。そして、このようにした求めた直線 L_i 上のCT値を、三次元の原画像10から読み出し、また必要に応じて補間して求め（ステップS18）、これらのCT値をメモリの画像配列の第 i 列又は第 i 行に格納する（ステップS20）。

【0025】その後、カウンタ値 i に1を加え、次の視点 e_i を指定する（ステップS22）。次に、全ての視点を指定したか否かを判断する（ステップS24）。即ち、カウンタ値 i が最後の視点 e_n に対応するカウンタ値 n （この n は予めキー入力する）よりも大きいかなかを判断し、 i が n 以下の場合（ $i \leq n$ ）には、ステップS16に戻る。そして、上記と同様にしてステップS16からステップS24の処理を繰り返す。尚、血管の末端で自動的にストップするには、例えば、血管穴の面積比が一定値より大きくなった止める。

【0026】一方、ステップS24において、全ての視点が指定されたと判断された場合、即ち、カウンタ値 i が n よりも大きい（ $i > n$ ）と判断された場合には、断面像を構成する処理を終了する。上記のようにしてステップS20でメモリに格納されたCT値を濃度情報とする画像信号をCRTモニタに出力することにより、血管等の観察対象の縦切りの断面像を表示することができる。

【0027】図6は断面像の構成方法の更に他の実施の形態を示す図である。同図に示す実施の形態では、CT画像と断面像との対応付けを変えており、直線5 b L～5 e L間を拡大して表示できるようにしている。図7は本発明に係る画像表示装置によって表示される他の表示例を示している。同図において、20は血管12を含む疑似三次元画像であり、22は同じ血管12の縦切りの断面像である。この疑似三次元画像20は、血管12を含む三次元の原画像10を投影面に平行投影し、サーフェイス法やボリュームレンダリング法によって陰影付けして構成され、更に視点5 a, 5 b, 5 c, …が重ね合わされている。

【0028】図8は本発明に係る画像表示装置によって表示される特殊な表示例を示している。同図に示すように、CRTモニタには、血管12を縦切りした2枚の断面像24、26が表示されている。断面像24は、y軸と平行な直線によって構成された曲面で原画像10を切断した場合の断面像であり、断面像26は、z軸と平行な直線によって構成された曲面で原画像10を切断した場合の断面像である。

【0029】即ち、断面像24と断面像26とは、互いに直交した断面像であり、これによれば血管12内の血

9

栓 28 を縦と横から観察することができ、診断をより正確に行うことができる。尚、断面像 24 と断面像 26 とは、CRT モニタ 1 の画面内に並べて表示されているが、これに限らず、画面を切り換えて別々の画面で表示するようにしてもよい。

【0030】図 9 は図 8 に示した表示例の変形を示しており、図 8 (A) 及び (B) に示すように互いに直交する 2 つの曲面 (切断面) 30、32 で原画像 10 を切断し、図 8 (C) に示すように上記切断面 30、32 で切断した血管 12 を含む断面像 34、36 をそれぞれ CRT モニタ 1 に表示するようにしている。ここで、断面像 34 は、血管 12 の奥行き方向が画面の上方向と一致するように表示され、断面像 36 は、血管 12 の奥行き方向が画面の右方向と一致するように表示されている。

【0031】図 10 は動画の断面像の構成方法を示す図である。同図に示すように、視点 5a を通る複数の直線 5aL₁、5aL₂、5aL₃…を設定する。各直線は、y 軸から所定の角度ずつ回転している。他の視点 5b～5g を通る直線についても同様に複数設定する。そして、直線 5aL₁ と同じ角度の各直線上の CT 値をメモリに格納することにより 1 フレーム目の画像データを構成し、同様にして直線 5aL₂、5aL₃、…と同じ角度の各直線上の CT 値をメモリに格納することにより 2 フレーム目、3 フレーム目、…の画像データを構成する。

【0032】図 10 (B) に示すように上記各フレームの画像データを順次 CRT モニタ 1 に出力することにより、切断面が連続的に変化する動画 (断面像) 38 を表示することができる。図 11 は断面像とは別の画像の構成方法を示す図である。上述した断面像は、陰影付けがされていない平面的な画像である。図 11 に示す画像の構成方法では、各視点を含む曲面 14 によって三次元の原画像 10 を切断除去し、除去した状態あるいは除去したと同じ効果をもたせた状態 (例えば、処理範囲に制限をつける) で、投影面 40 にサーフェイス法やボリュームレンダリング法等によって陰影付けして投影し、疑似的に三次元画像を構成する。尚、図 11 (A) 上の視点を投影面 40 に対して無限遠に設定することにより、平行投影することができる。

【0033】図 11 (B) は上記のようにして陰影付けされた縦切り血管 12 の疑似三次元画像 42 を示している。この画像の構成方法によれば、CT 値で表示された断面像の代わりに、陰影付けされた疑似三次元画像 42 を得ることができる。次に、手動又は自動更新で得た複数の視点の一部を良好な位置に再設定する方法について説明する。

【0034】手動又は自動更新で得られる複数の視点は、図 12 の黒丸で示すように通常、血管 12 内の血液 (造影剤を含む) の流路の略中心を通るように設定される。この場合、血管 12 内に血栓 28 があると、視点位

10

置は、血管 12 の中心線から大きく外れることになる。そこで、視点の一部を良好な位置に再設定する場合には、図 12 に示すように視点を再設定するための領域 44 を指定する。この指定領域 44 内の視点を、指定領域外の視点に基づいてスプライン補間等の補間演算によって求め、この求めた視点 (図中、記号*で示した視点) を指定領域 44 内の黒丸で示した視点に代えて保存する。

【0035】これにより血栓 28 の断面像を観察することができる。次に、手動又は自動更新で得た複数の視点を良好な位置に再設定する他の方法について説明する。手動又は自動更新で得られる複数の視点 e は、図 13 に示すように必ずしも血管 12 の内壁の曲率中心位置に設定されとは限らない。そこで、図 13 に示すように血管 12 を視点 e を通る平面で切断し、その切断面における CT 値から血管 12 の内壁を求め、その内壁を構成する輪郭点の座標値の平均を求める。この座標値の平均値は、内壁の中心点 e' となるため、視点 e の位置を中心点 e' の位置に変更して保存する。

【0036】これにより、血管 12 の中心を通る切断面 (曲面) で血管 12 を切断することができる。図 14 は断面像の構成方法の他の実施の形態を示す図である。図 14 (A) に示すように、視点 5a と 5b を結ぶベクトル n₁、視点 5b と 5c を結ぶベクトル n₂、…の各ベクトル n_i と直交する円筒の内面を投影面とし、各視点から投影面に三次元の原画像 10 を陰影付けして投影する。例えば、視点 5a からの投影線は、ベクトル n₁ と直交し、一定の角度でそれぞれ投影位置 a～z に放射状に投影される。尚、陰影付けの方法としては、サーフェイス法、ボリュームレンダリング法、デプス法等のいずれを使用してもよい。

【0037】即ち、視点 5a～5g を通る曲線を仮想の線光源とし、この線光源を中心とする円筒状の投影面に陰影付けして投影する。このように円筒状の投影面に投影された画像情報は、図 14 (B) に示すようにメモリ 16 上で直線状に展開されて格納される。尚、展開の開始位置 (角度) a は、任意に設定可能である。

【0038】これにより、上記メモリ 16 に格納された画像情報により、血管 12 を切り開いた疑似三次元画像を表示することができる。図 15 は断面像の構成方法の更に他の実施の形態を示す図である。同図に示す実施の形態では、図 15 (A) に示すように、途中で 2 本に枝分かれしている血管 12 の各経路内に視点 5a～5g、5α～5δ を設定し、血管 12 を全視点を含む曲面で切断し、その切断した断面像を表示する。この曲面は、視点 5a～5c を通る直線 5aL～5cL、視点 5d、5α を通る直線、視点 5e、5β を通る直線、視点 5f、5γ を通る直線、視点 5g、5δ を通る直線を含んでおり、また、同図上では、5aL～5cL は座標軸 y に平行な場合に関して示しているが、これに限定されない。

11

【0039】このように切断された画像情報は、図15(B)に示すようにメモリ16上に格納される。メモリ16に格納された画像情報により、血管12が2本に枝分かれした断面像を表示することができる。図16は断面像の構成方法の更に他の実施の形態を示す図である。同図に示す実施の形態では、図16(A)に示すように、途中で3本に枝分かれしている血管12の各経路内に視点5a~5g、5α~5γ、5A~5Dを設定し、血管12を視点5a~5e、5α~5δ、5A~5Dを含む曲面で切断し、その切断した断面像を表示する。この曲面は、視点5a~5bを通る直線5aL~5bL、視点5A、5cを通る直線、視点5B、5αを通る直線、視点5C、5d、5βを通る曲線、視点5D、5e、5γを通る曲線を含んでいる。視点5C、5d、5βを通る曲線、視点5D、5e、5γを通る曲線は、各々スプライン補間によって求められまた、同図上では、5aL~5bLは座標軸yに平行な場合に関して示しているが、これに限定されない。

【0040】このように切断された画像情報は、図16(B)に示すようにメモリ16上に格納される。メモリ16に格納された画像情報により、血管12が3本に枝分かれした断面像を表示することができる。図17は断面像から距離を計測する方法を示す説明図である。CRTモニタ1には血管の断面像が表示され、マウス2によって断面像上に表示された矢印Aを移動させ、血管に沿った2点をクリックすることによって、2点が+で表示され、2点間の距離が計測される。この断面像は、原画像が切断された曲面状の断面像を、この曲面を平面に伸長したときの断面像として表示されているため、前記2点間の距離は実際の血管に沿った2点間の距離と等しくなる。

【0041】図18は疑似三次元画像から面積を計測する方法を示す説明図である。CRTモニタ1には血管12を切り開いた疑似三次元画像48が表示され、マウス2によって疑似三次元画像上に表示された矢印Aを移動させ、ある領域を包囲するようにドラッグすることによって、血管内の該領域の面積が計測される。図19は本発明に係る画像表示装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【0042】同図に示すように、この画像表示装置は、主として磁気ディスク50と、主メモリ52と、中央処理装置(CPU)54と、表示メモリ56と、CRTモニタ1と、各種の操作指令、位置指令、メニュー選択指令を入力するためのキーボード58、マウス2、マウスコントローラ60と、これらの各構成要素を接続する共通バス62とから構成されている。

【0043】磁気ディスク50には、複数のCT画像(CT1、CT2、CT3、...)が積み上げられた三次元の原画像10、画像構成プログラム等が格納され、主メモリ52には、装置の制御プログラムが格納されると

12

ともに、演算処理用の領域等が設けられている。CPU54は、三次元の原画像10や各種のプログラムを読み出し、主メモリ52を用いて本発明に係る断面像や疑似三次元画像等の構成を行い、その構成した画像を示す画像データを表示メモリ56に送り、CRTモニタ1に表示させる。

【0044】尚、この実施の形態では、観察対象として血管を例に説明したが、本発明は、血管に限定されず、腸、胃等の管腔臓器や、骨等の観察対象にも適用できる。また、断面像と三次元画像等を1画面内に並べて又は画面を切り換えて表示することで説明したが、要するに両者を対応づけて表示すればよく、例えば複数の画面に並べる等あらゆる両者のうちの一方が副次的に使用されるような表示を含む。

【0045】尚、本実施の形態は観察対象に沿って視点を設定するように説明したがこれに限られることなく、例えば観察対象の中央部等の該観察対象に沿っていない場合も含む。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る画像表示装置によれば、血管、腸等の観察対象をその観察対象に沿った曲面で縦切りにした断面像や、観察対象の内部が観察できるように切り開いた画像を表示することができる。特に中心投影法によって設定される複数の視点を利用して、切断面としての曲面等を自動的に設定することができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る画像表示装置に基づいて表示された断面像を含む表示例を示す図である。

【図2】図2は断面像の構成方法の実施の形態を示す図である。

【図3】図3は断面像の構成方法の他の実施の形態を示す図である。

【図4】図4は断面像の構成方法を示すフローチャートである。

【図5】図5は三次元の原画像の座標系と視点を通る直線との関係を説明するために用いた図である。

【図6】図6は断面像の構成方法の更に他の実施の形態を示す図である。

【図7】図7は本発明に係る画像表示装置によって表示される他の表示例を示す図である。

【図8】図8は本発明に係る画像表示装置によって表示される特殊な表示例を示す図である。

【図9】図9は図8に示した表示例の変形例を示した図である。

【図10】図10は動画の断面像の構成方法を示す図である。

【図11】図11は断面像とは別の画像の構成方法を示す図である。

【図12】図12は複数の視点の一部を再設定する方法

13

を説明するために用いた図である。

【図13】図13は視点を観察対象内の中心に再設定する方法を説明するために用いた図である。

【図14】図14は断面像の構成方法の他の実施の形態を示す図である。

【図15】図15は断面像の構成方法の更に他の実施の形態を示す図である。

【図16】図16は断面像の構成方法の更に他の実施の形態を示す図である。

【図17】図17は断面像から距離を計測する方法を示す説明図である。

【図18】図18は疑似三次元画像から面積を計測する方法を示す説明図である。

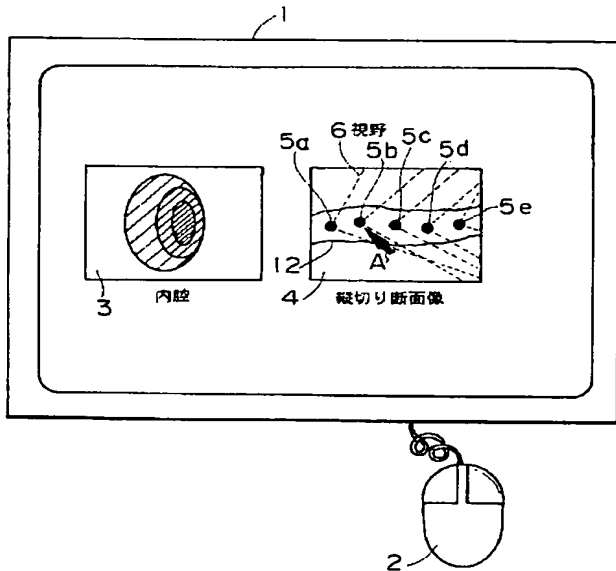
【図19】図19は本発明に係る画像表示装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

1…CRTモニタ

2…マウス

【図1】



14

* 3…内視鏡的画像

4、22、24、26、34、36、46…断面像

5a～5g…視点

5aL～5gL、5aL'～5gL'、5aL₁～15

aL₃…直線

10…三次元の原画像

12…血管

14、30、32…曲面（切断面）

16…メモリ

10 20、42、48…疑似三次元画像

28…血栓

36…断面像の動画

40…投影面

44…指定領域

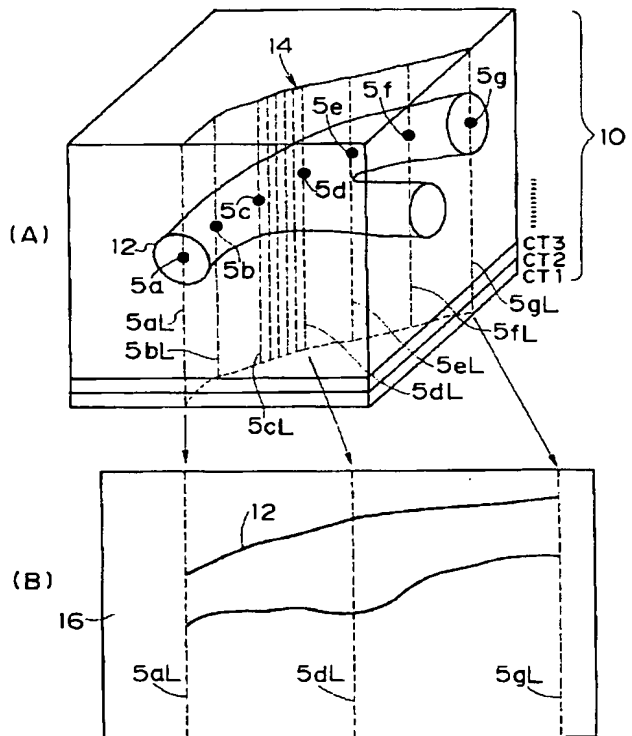
50…磁気ディスク

52…主メモリ

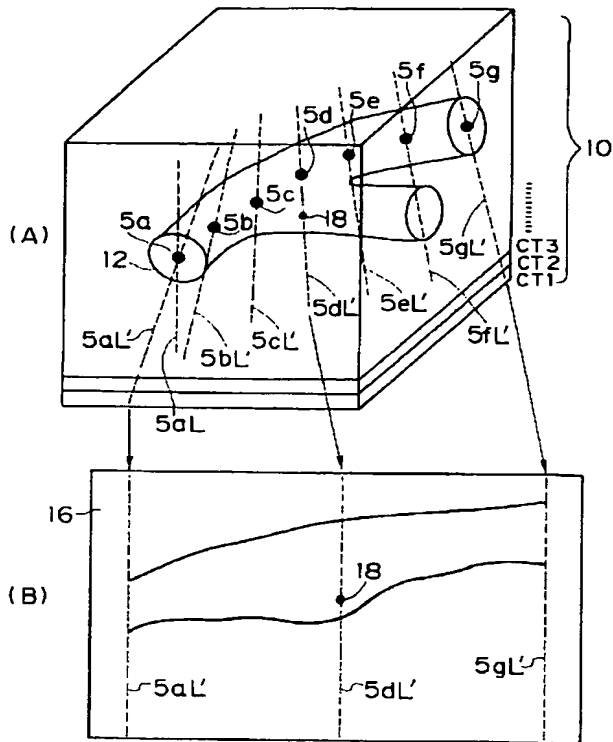
54…中央処理装置（CPU）

* 56…表示メモリ

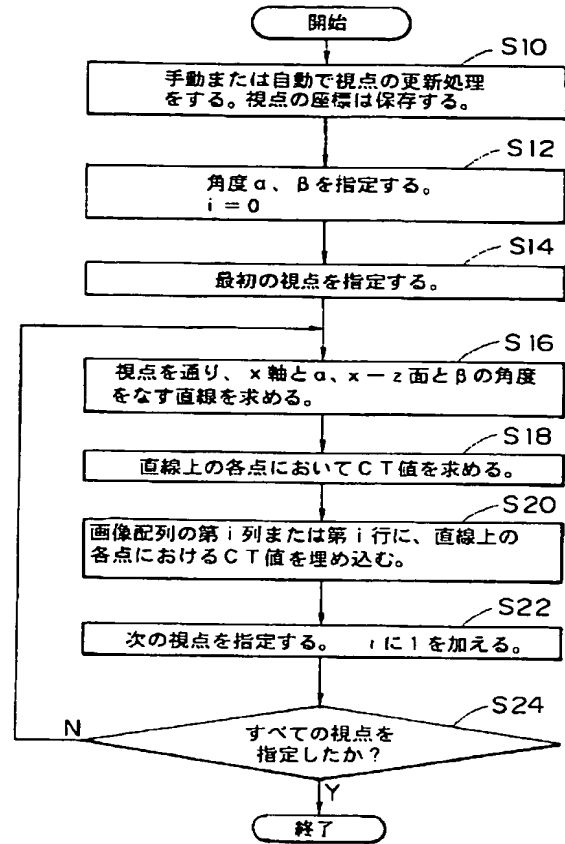
【図2】



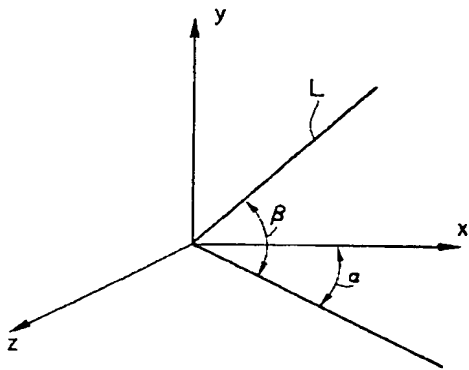
【図 3】



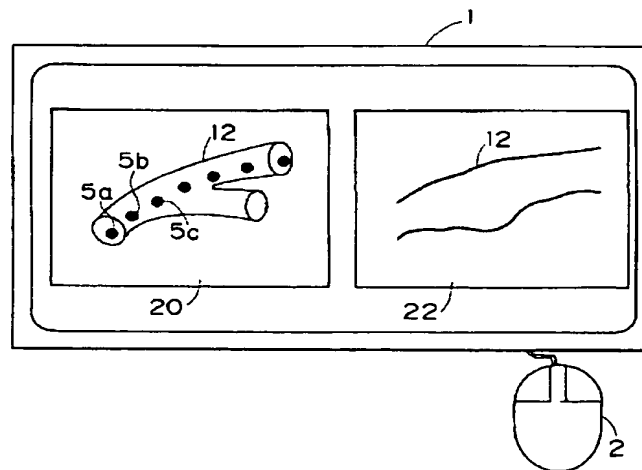
【図 4】



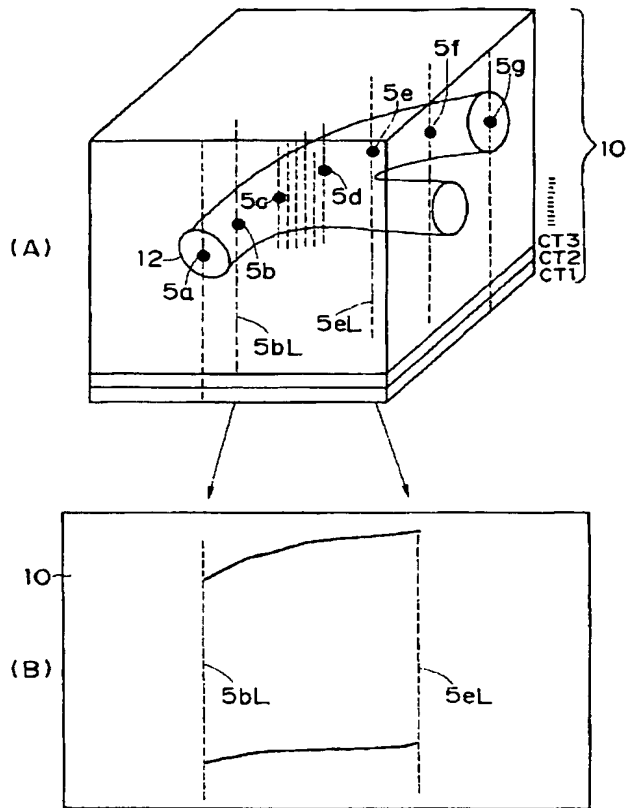
【図 5】



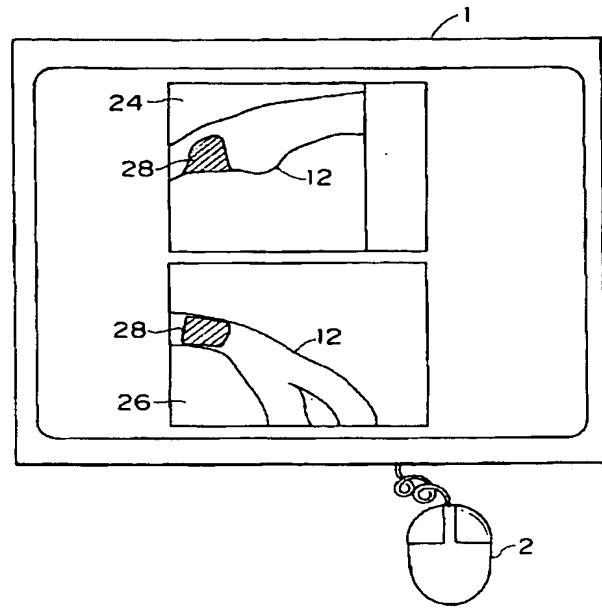
【図 7】



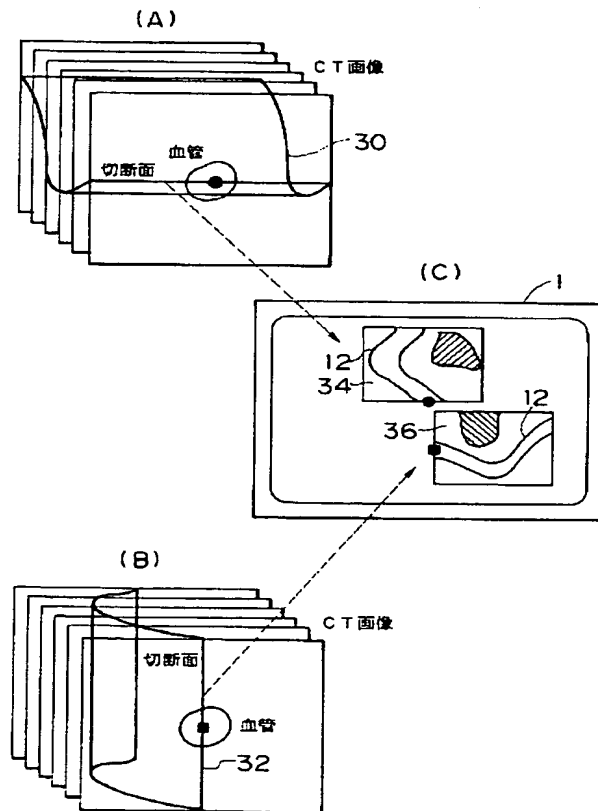
【図 6】



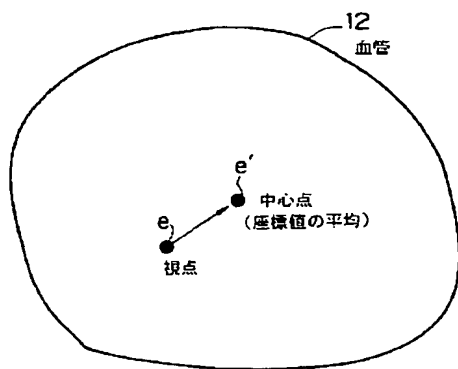
【図 8】



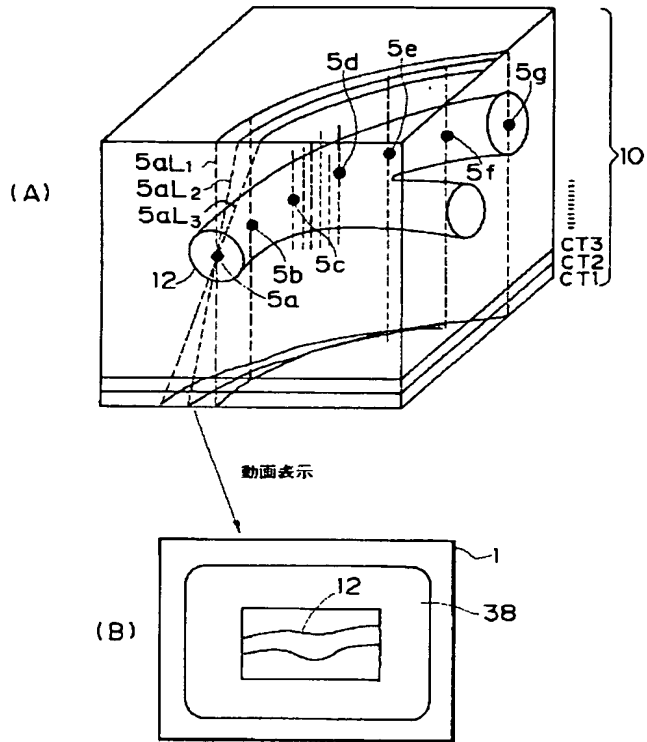
【図 9】



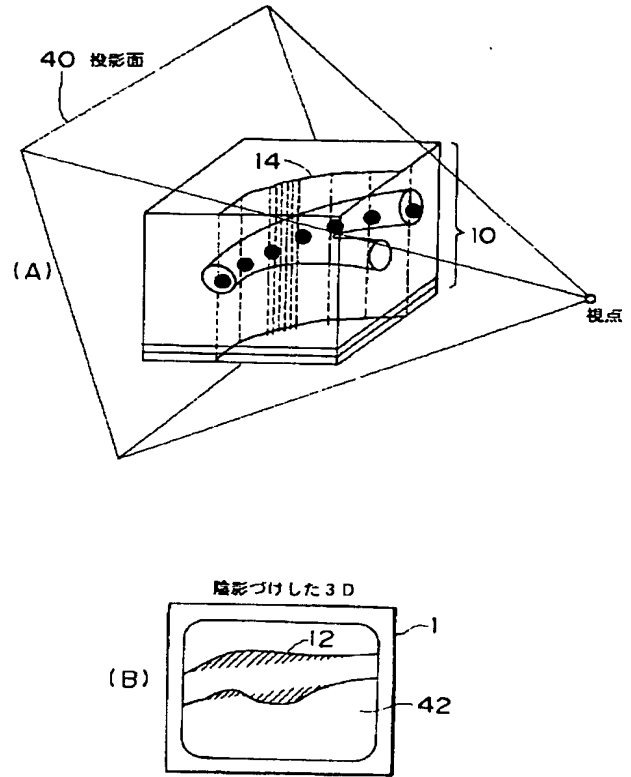
【図 13】



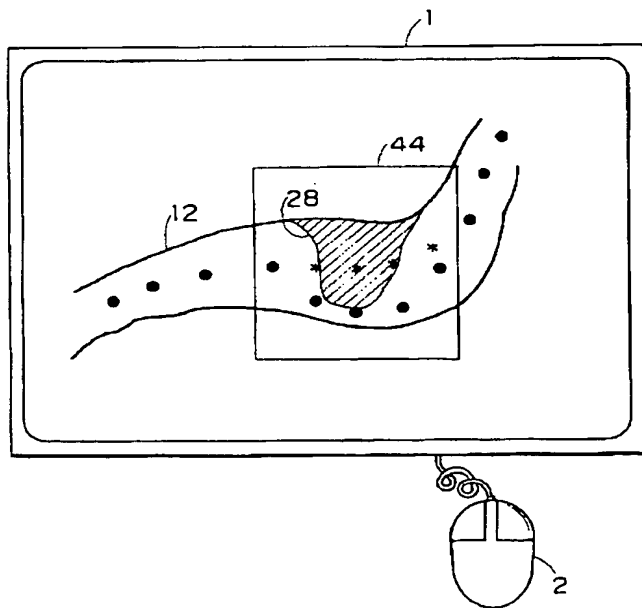
【図 10】



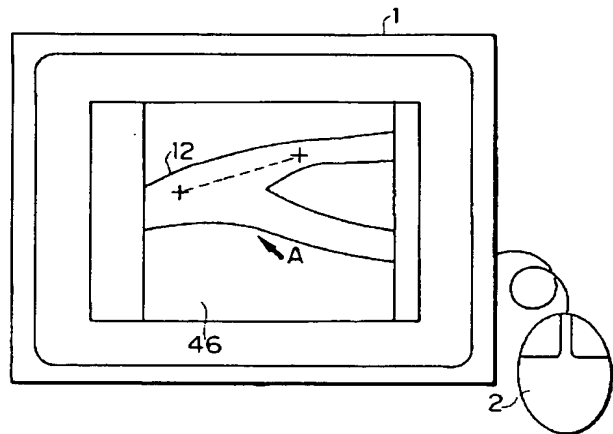
【図 11】



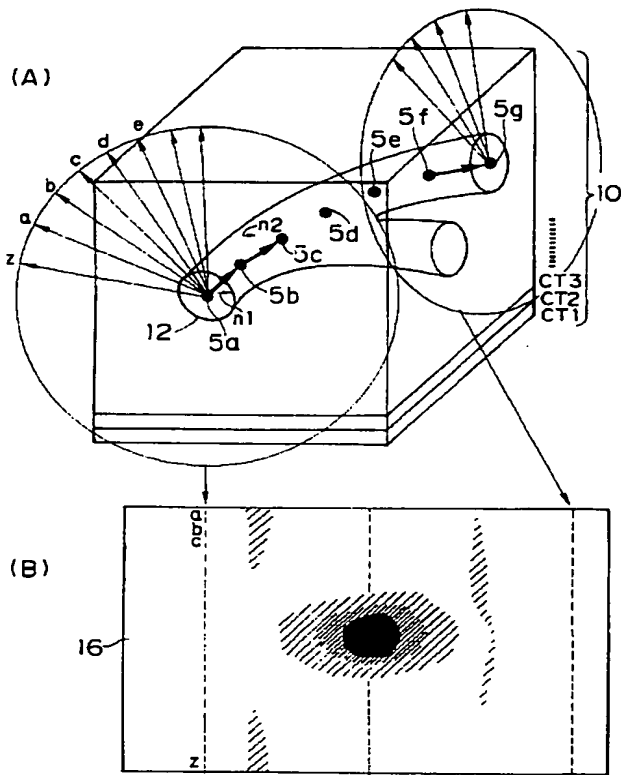
【図 12】



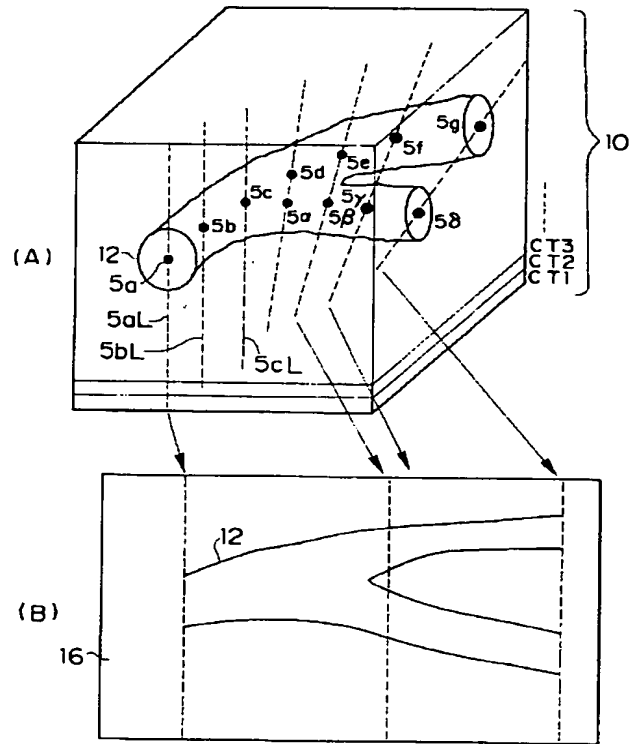
【図 17】



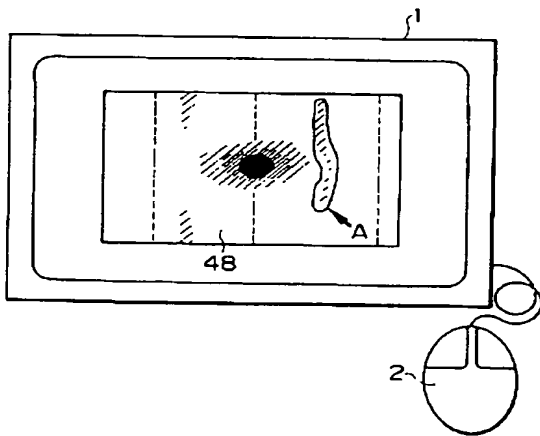
【図 14】



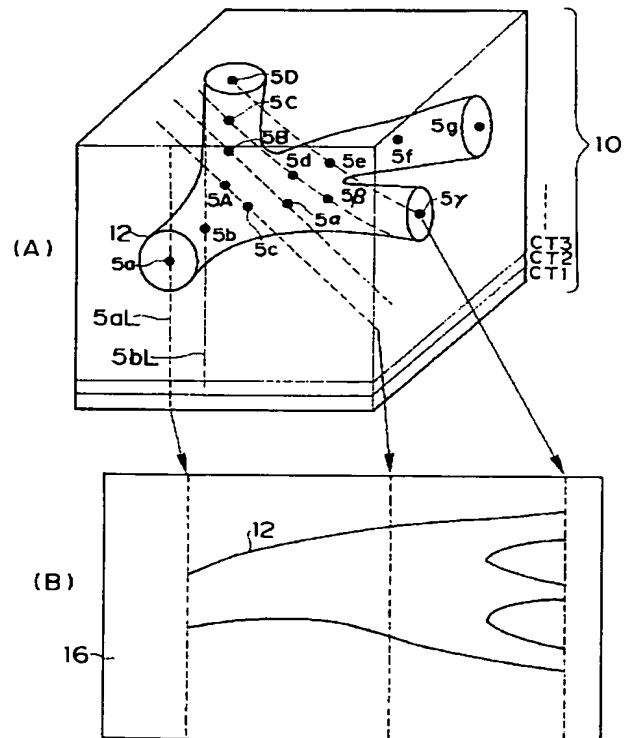
【図 15】



【図 18】



【図 16】



【図 19】

